



⑪ Anmelder:

Petes Technology Patentverwertungsgesellschaft für  
Satelliten- und moderne Informationstechnologien  
mbH, 23556 Lübeck, DE

⑭ Vertreter:

Cohausz Hase Dawidowicz & Partner, 40237  
Düsseldorf

⑫ Erfinder:

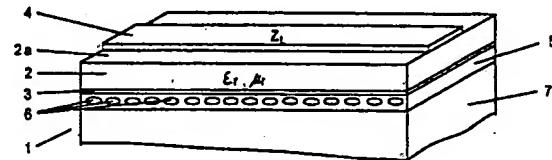
Rothe, Lutz, Dr.-Ing.habil., 06132 Halle, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	41 22 290 C1
DE	20 10 098 B2
DE-AS	19 64 670
DE	43 27 375 A1
DE	28 46 186 A1
DE	24 44 228 A1
GB	22 78 962 A
US	50 23 573
US	36 97 901
EP	06 58 978 A1
EP	05 01 478 A2

⑬ Dielektrischer Wellenleiter

⑭ Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, wobei die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) Bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität oder der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest Bereichsweise veränderbar ist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter, der mindestens eine dielektrische Materialanordnung hat.

Als planare Wellenleitung bezeichnet man flächenhaft aufgebaute Leitungsformen, bei denen eine dielektrische Trägerplatte (Substrat) mit metallischen Leiterstrukturen beschichtet ist (Streifen- und Schlitzleitung) oder die auf einer metallischen Grundplatte dielektrische Strukturen tragen, (dielektrische Blindleitungen). In dieser Form handelt es sich um offene Leitungsstrukturen. Bei den abgeschirmten Leitungsformen befindet sich die planare Struktur in einem Abschirmgehäuse (z. B. Rechteckhohlleitergehäuse), so daß eine Abstrahlung verhindert wird. Solche geschirmten planaren Leitungen werden auch als quasi-planare Leitungen bezeichnet. Zu ihnen gehören auch die "suspended stripline" und die "Finleitungen". Bei den planaren Leitungen sind die hohen Genauigkeitsanforderungen auf die planaren Strukturen übertragen. Mit Hilfe der Fotoätztechnik lassen sich diese Anforderungen jedoch einfach, billig und genau reproduzierbar erfüllen. Hohlleitergehäuse planarer Strukturen stellen im Vergleich zu reinen Hohlleiterschaltungen wesentlich geringere Genauigkeitsanforderungen und können damit ebenfalls einfach hergestellt werden. Schaltungen in planarer oder quasiplanarer Form eignen sich daher gut für eine Serienfertigung. Die Technik planarer Schaltungen bietet im Vergleich zur Hohlleitertechnik weitere Vorteile. So lassen sich z. B. auf einer Trägerplatte mehrere planare Schaltungskomponenten platz- und gewichtssparend zu einem System integrieren. Durch die kurzen Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten verringern sich die Leitungsverluste und die Anzahl von Verbindungselementen und damit von Stoßstellen. Halbleiterelemente können ebenfalls einfacher eingebaut werden. Zudem haben planare Strukturen oft eine höhere Eindeutigkeitsbandbreite als Hohlleiterschaltungen.

Nachteilig bei derartigen Wellenleitern ist jedoch, daß der Leitungswellenwiderstand von den gewählten Abmessungen der Substratleiterordnungen sowie vom dielektrischen Substrat selbst abhängt und nach der Herstellung des Wellenleiters der Leitungswellenwiderstand nicht mehr veränderbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen dielektrischen Wellenleiter bereit zu stellen, dessen Leitungswellenwiderstand nach der Fertigstellung des Wellenleiters veränderbar bzw. einstellbar ist.

Erfnungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel erzeugte Magnetfeld die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität oder der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung zumindest bereichsweise veränderbar ist.

Die oben gestellte Aufgabe wird ebenfalls durch eine zweite Ausführungsform erfungsgemäß gelöst, wobei die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material bereichsweise durchdringenden elektrischen Feldes veränder-

bar ist und das mindestens ein Mittel zur Erzeugung von mindestens einem elektrischen Feld vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel erzeugten elektrischen Feldes die Permeabilität oder der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität bzw. der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung zumindest bereichsweise veränderbar ist. Vorteilmäßig liegen bei beiden erfungsgemäß Ausführungsformen die felderzeugenden Mittel direkt am Wellenleiter an, wobei die felderzeugenden Mittel galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen und/oder der Grundebene des Wellenleiters getrennt sind. Durch das Verändern der Permeabilität und/oder der Permitivität bzw. der dielektrischen Eigenschaften des dielektrischen Substrats bzw. der dielektrischen Materialanordnung zwischen Grundebene und Leiterstrukturen mittels Magnetfelder oder elektrischer Felder kann der Wellenwiderstand des dielektrischen Wellenleiters abschnittsweise in Abhängigkeit der Stärke der jeweils erzeugten Felder verändert werden. Aus dem bislang passiven elektronischen Bauteile Wellenleiter wird somit vorteilmäßig ein aktives Baulement, bei dem mittels der felderzeugenden Mittel das Übertragungsverhalten des Wellenleiters gezielt beeinflußt werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an den Wellenleiter eine Schicht an, wobei die Schicht die felderzeugenden Mittel aufweist. Eine besonders gute Steuerung des Leitungswellenwiderstandes des Wellenleiters ergibt sich, wenn in der angrenzenden Schicht die felderzeugenden Mittel matrix- oder rasterförmig angeordnet sind. Durch den Einsatz von mehreren felderzeugenden Mitteln ist es möglich, den Leitungswellenwiderstand genauestens für bestimmte Bereiche einzustellen.

In besonders bevorzugten Ausführungsformen sind die felderzeugenden Mittel Induktionsspulen oder Kondensatoren. Die Induktionsspulen haben dabei in Windungen, wobei die Induktionsspulen derart im Raum ausgerichtet sind, daß Teile der von den stromdurchflossenen Induktionsspulen erzeugten Magnetfelder die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise durchdringen. Die Induktionsspulen sind dabei vorteilmäßig mit einer Ansteuerelektronik in Verbindung, wobei mittels der Ansteuerelektronik in jeder Induktionsspule ein Strom vorgebbarer Stärke und Richtung einprägbar ist, wodurch das von der Induktionsspule erzeugte magnetische Feldrichtungs- und betragmäßig bestimmt ist.

Bei der Verwendung von Kondensatoren als felderzeugende Mittel ist es vorteilhaft, wenn die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes im wesentlichen parallel zur Strukturebene des Wellenleiters ist. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Kondensatoren ein elektrisches Feld senkrecht zur Strukturebene des Wellenleiters erzeugen, wenn dies durch die Wahl des verwendeten dielektrischen Substrats erforderlich ist.

Besonders vorteilmäßig ist es, wenn mittels eines derartigen dielektrischen Wellenleiters die Wellenwiderstände in zwei aneinander grenzenden Bereichen bzw. Abschnitten derartig aneinander angepaßt werden, daß sich für eine sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich ausbreitende Welle ein bestimmter Reflektionsfaktor  $r$  ergibt.

Es ist ebenfalls vorteilmäßig, wenn die Länge  $L$ , die Breite  $B$  und/oder der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung

der Länge L, der Breite B und/oder des Betrags des Wellenwiderstandes  $Z_L$  nur die felderzeugenden Mittel jeweils ein Feld vorgebbarer Stärke erzeugen, deren Felder die dielektrische Materialanordnung des Wellenleiters im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

Die dielektrische Materialanordnung bzw. das dielektrische Substrat zwischen der Struktur und der Grundebene ist dabei vorteilsmäßig aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material, wobei der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung im Bereich zwischen 3 und 5 ist, wodurch sich eine besonders gute Güte des Wellenleiters für den Mikrowellenbereich erzielen lässt. Es ist ebenfalls vorteilsmäßig, wenn die Materialanordnung eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist. Eine derartige Yttrium-Eisen-Granatschicht weist sich dadurch aus, daß bei Anlegen eines magnetischen Gleichfeldes sich in dem vom magnetischen Feld durchdrungenen Bereich die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor verändert, wodurch gleichfalls der Leitungswellenwiderstand des Wellenleiters verändert wird.

Bei der Verwendung einer Yttrium-Eisen-Granatschicht ist es vorteilhaft, wenn zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Grundebene eine Schicht aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{ggg}$  ist. Die Grundebene ist vorteilhaft eine Kupferschicht, die auf die der Yttrium-Eisen-Granatschicht abgewandten Seite der Gallium-Gadolinium-Granatschicht aufgetragen ist. Zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Strukturebene kann vorteilsmäßig eine Quarzsicht der Dicke  $L_q$  angeordnet sein, wobei die Strukturebene aus der Quarzsicht photolithografisch herstellbar ist. Die felderzeugenden Mittel sind vorteilsmäßig auf der Strukturebene abgewandten Seite der Grundebene angeordnet, wobei die felderzeugenden Mittel mittels einer isolierenden Schicht insbesondere aus einer Polystyrolschicht von der leitenden Grundebene galvanisch getrennt sind. Die felderzeugenden Mittel können dabei vorteilsmäßig in einer Dünnschicht einliegen oder an dieser anliegen.

In einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform ist die Ansteuerelektronik für die felderzeugenden Mittel an der leitenden Grundebene abgewandten Seite der die felderzeugenden Mittel aufweisenden Dünnschicht angeordnet, wobei die Ansteuerelektronik mit den felderzeugenden Mitteln jeweils in elektrischer Verbindung ist. Eine derartige Anordnung ist besonders kompakt und kostengünstig herstellbar. Durch das direkte Anliegen der Ansteuerelektronik an die die felderzeugenden Mittel aufweisende Dünnschicht werden die Verbindungsleitungen zwischen der Ansteuerelektronik und den felderzeugenden Mitteln auf ein Minimum reduziert.

Ein derartiger Wellenleiter ist vorteilsmäßig ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied. Es ist ebenfalls vorteilsmäßig als eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandspur bzw. als Filter einsetzbar. Hierbei wird der Effekt ausgenutzt, daß der Leitungswellenwiderstand eines dielektrischen Wellenleiters frequenzabhängig ist. Wird zwischen zwei Wellenleitern eine Anpassung vorgenommen, so kann dies jeweils nur für ein schmales Frequenzband erfolgen. Für Frequenzen außerhalb dieses Frequenzbandes ist eine Anpassung bislang nach Fertigung des Filters nicht mehr möglich. Durch die Möglichkeit des Verän-

ders des Wellenwiderstandes mittels der felderzeugenden Mittel kann vorteilsmäßig eine Anpassung zwischen zwei dielektrischen Wellenleitern für verschiedene Frequenzen nacheinander mit ein und demselben Wellenleiter vorgenommen werden. Somit ist es möglich mit einem Wellenleiter eine Spektralanalyse durchzuführen.

Ein derartiger Wellenleiter kann zudem z. B. vorteilsmäßig als veränderbare Querkapazität oder Serieninduktivität in einer Wellenleiteranordnung eingesetzt werden. Hierzu hat der elektrische Wellenleiter einen streifenförmigen Leiterabschnitt, der an seinen Endabschnitten eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt die Breite  $B_2$  hat. Zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität wird mittels der felderzeugenden Mittel die effektive Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts entsprechend verändert. Zur Verringerung der Breite  $B_2$  werden mittels der felderzeugenden Mittel Felder vorgebbarer Stärke erzeugt, wobei die Felder die Randbereiche der dielektrischen Materialanordnung des mittleren Abschnitts zum mindest teilweise durchdringen, wodurch in den Randbereichen des mittleren Abschnitts des streifenförmigen Leiterabschnitts ein Leitungswellenwiderstand einstellbar ist, der gegen Null oder Unendlich ist.

Ebenfalls vorteilsmäßig ist es, wenn der erfindungsgemäße dielektrische Wellenleiter eine Stichleitung ist, deren Länge L mittels der felderzeugenden Mittel wie oben beschrieben veränderbar ist.

Auch ist es vorteilhaft, wenn an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter angrenzt, dessen Wellenwiderstand mittels der felderzeugenden Mittel veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

Der erfindungsgemäße dielektrische Wellenleiter ist somit ein aktives elektronisches Bauteil, wobei mittels des veränderlichen Leitungswellenwiderstandes beliebige Einsatzmöglichkeiten gegeben sind. Mittels des ortsabhängig einstellbaren Impedanzprofils des Wellenleiters kann dieser als Reflektions-Dämpfungsglied eingesetzt werden. Dabei basiert die Dämpfung nicht auf dem Absorptionsprinzip, sondern auf der Basis dessen, daß die Intensität des rückgestreuten Feldes variiert wird und damit zusammenhängend die Intensität des transmittierten Feldes gesteuert wird.

Nachfolgend werden mögliche Ausführungsformen anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene;

Fig. 2 einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene, wobei im mittleren Bereich die Induktionsspulen ein Magnetfeld H erzeugen;

Fig. 3 eine Querschnittsdarstellung eines handelsüblichen Streifenleiters;

Fig. 4 eine Querschnittsdarstellung durch den erfindungsgemäßen Wellenleiter;

Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung durch einen Wellenleiter mit einer Yttrium-Eisen-Granatschicht;

Fig. 6 eine Draufsicht auf die Induktionsebene mit matrixförmig angeordneten Induktionsspulen;

Fig. 7a-7c eine Draufsicht auf einen Wellenleiter mit einem mittleren Bereich, dessen Breite durch felderzeugende Mittel variabel ist;

Fig. 8 und 9 einen dielektrischen Wellenleiter, dessen dielektrische Eigenschaften mittels eines elektrischen Feldes veränderbar sind.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen dielektrischen Wellen-

leiter 1, der als Mikrostreifenleitung ausgeführt ist. Der Wellenleiter 1 hat eine leitende Grundebene 3, die an eine dielektrische Schicht 2 angebracht ist. Auf der der Grundebene 3 abgewandten Seite 2a der dielektrischen Substratschicht 2 ist ein streifenförmiger Leiter 4 angeordnet, der mittels eines photolithografischen Prozesses aufbereitet ist. Das dielektrische Substrat 2 hat eine relative Permeabilität  $\mu_r$  und eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$ . An der Grundebene 3 ist auf der dem dielektrischen Substrat 2 abgewandten Seite eine Dünnschicht 5 angebracht, in die Induktionsschleifen 6 eingebettet sind. Die Induktionsschleifen 6 der Dünnschicht 5 sind mittels nicht dargestellter Verbindungsleitungen 6c mit der Ansteuerelektronik 7 in Verbindung. Mittels der Ansteuerelektronik 7 können Ringströme bestimmter Stärke und Richtung in die Ringspulen 6 eingeprägt werden. Die Ringspulen 6 können zur Erzeugung eines größeren Magnetfeldes H mehrere Windungen aufweisen.

Die Induktionsspulen 6 sind wie aus Fig. 6 ersichtlich matrixförmig und parallel zur Grundebene 3 angeordnet, derart, daß das durch sie erzeugte Magnetfeld 9 durch die Grundebene 3 tritt und den unmittelbar angrenzenden Bereich im Dielektrikum 2 durchdringt. Hierdurch wird die dielektrische Eigenschaft des Dielektrikums 2 verändert, wodurch sich bereichsweise der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  des dielektrischen Wellenleiters verändert. Wie in Fig. 2 dargestellt, wird der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  in einem mittleren Bereich durch das Einprägen eines Stromes in den Spulen 6b verändert, wodurch sich ein von  $Z_L$  verschiedener Wellenwiderstand  $Z_{LV}$  ergibt.

Die Größe der Veränderung des Wellenwiderstandes  $Z_L$  ist von der Größe des erzeugten Magnetfeldes sowie von dem verwendeten Material für die dielektrische Materialanordnung 2, sowie deren Abmessungen abhängig und muß für jeden Einzelfall mittels geeigneter Versuche ermittelt oder rechnerisch bestimmt werden.

In Fig. 3 ist ein dielektrischer Wellenleiter 1 abgebildet, wobei zwei streifenförmige Leiter 4 parallel zueinander angeordnet sind. In Fig. 3 ist das E-Feld 8 einer sich in der Mikrostreifenleitung ausbreitenden elektromagnetischen Welle dargestellt.

Die Fig. 4 zeigt eine Querschnittsdarstellung durch einen erfundungsgemäßen dielektrischen Wellenleiter 1. Es ist denkbar, daß die Dünnschicht 5 (Induktionsebene) nur an bestimmten Positionen Induktionsspulen 6 zur Veränderung der dielektrischen Eigenschaft des dielektrischen Substrats 2 hat. Die Induktionsspulen 6 sind dabei nur an den Stellen angeordnet, an denen bestimmte Mikrostreifenleitungen der Strukturebene beeinflußt werden sollen.

In Fig. 5 ist ein weiterer erfundungsgemäßer Wellenleiter 1 in Mikrostreifenleitungstechnik dargestellt. Der Wellenleiter 1 hat einen Gallium-Gadolinium-Granaträger 11, auf dem epitaktisch eine homogene einkristalline und galliumdotierte Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 erzeugt wird, die im unmagnetisierten Zustand dielektrisch ist. Die dieser mittels Flüssigphasenepitaxie erzeugten Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 zugewandte Fläche wird über die gesamte Ausdehnung dieser Beschichtung mit einer Quarzsicht 10 belegt, deren der Verbundfläche abgewandte Fläche homogen kupferbeschichtet wird. Die von dieser Kupferbeschichtung 4 abweisende Fläche des Gallium-Gadolinium-Granaträgers 11 wird in gleicher Weise homogen kupferbeschichtet. Die Schichtdicke der Kupferbeschichtung wird mit 17,5 Mikrometer bemessen, wobei die Kupferbelegung der Quarzsicht 10 die Strukturebene

4 bildet. Diese Strukturebene 4 wird photolithografisch aufbereitet, so daß Streifenleiter 4 bestimmter geometrischer Abmessungen entstehen. Auf der der Strukturebene 4 abgewandten Seite der Grundebene 3 ist die 5 Induktionsebene bzw. Dünnschicht 5 angeordnet, wobei die Dünnschicht 5 Induktivitäten 6 in Form von Induktionsschleifen 6a, 6b hat, die mittels nicht dargestellter Verbindungsleitungen 6c mit einer Ansteuerelektronik 7 in elektrischer Verbindung sind. Die Induktionsspulen 6a, 6b sind wie aus Fig. 6 ersichtlich, matrixförmig angeordnet. Zwischen der Dünnschicht 5 und der Grundebene 3 ist eine Polystyrolschicht 12 zur galvanischen Trennung der Induktionsebene 5 und der Grundebene 3 angeordnet. Das mittels der Induktionsspulen 15 6a, 6b erzeugte Magnetfeld 9 durchdringt die Grundebene 3, sowie die Gallium-Gadolinium-Granaträgerschicht 11 und verändert die dielektrische Eigenschaft der Yttrium-Eisen-Granatschicht 2. Durch die Änderung der dielektrischen Eigenschaft der Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 ändert sich in diesem Bereich der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  der Streifenleitung.

Die Fig. 7a bis 7c zeigen einen dielektrischen Wellenleiter 1, dessen streifenförmiger Leiterabschnitt 4 in drei Bereiche 13, 14 unterteilt ist, wobei die beiden Endabschnitte 13 eine Breite  $B_1$  und der mittlere Abschnitt eine Breite  $B_2$  aufweist, mit  $B_2$  größer oder kleiner gleich als  $B_1$ . Insbesondere im mittleren Abschnitt 14 sind in der Induktionsschicht 5 Induktionsspulen 6 angeordnet, derart, daß die effektive Breite  $B_2$  des mittleren 20 Leitungsabschnittes 14b mittels der erzeugten Magnetfelder veränderbar ist. Durch Variieren der Breite  $B_2$  ist es möglich, den Wellenwiderstand  $Z_L$  des mittleren Bereichs zu variieren, wodurch es möglich ist, mittels eines derartigen Wellenleiters eine Serieninduktivität  $L$  25 (Fig. 7b) oder eine Querkapazität  $C$  (Fig. 7c) zu erzeugen. Mittels der Induktionsspulen 6 können die Leitungswellenwiderstände  $Z_L$  der seitlichen Bereiche 14a des mittleren Bereichs 14 derart eingestellt werden, daß diese einem offenen oder kurzgeschlossenen Leitungsende entsprechen.

Die Fig. 8 und 9 zeigen einen dielektrischen Wellenleiter, der eine dielektrische Substratschicht 2 hat, an deren eine Seite die leitende Grundebene 3 angeordnet ist und an deren Oberfläche 2a photolithografisch die 35 Strukturebene 4 hergestellt ist: An den Seiten des Wellenleiters 1 sind Kondensatorplatten 6 angeordnet, mittels derer ein elektrisches Feld 15 quer zur Ausbreitungsrichtung der im Streifenleiter geführten Welle erzeugbar ist. Mittels des erzeugten elektrischen Feldes 15 werden die dielektrischen Eigenschaften der dielektrischen Substratschicht 2 bereichsweise verändert, wodurch sich in diesem Bereich ein neuer Wellenwiderstand  $Z_{LV}$  ergibt. Die Kondensatorplatten 6 sind über Schaltelemente S mit einer Spannungsquelle U in elektrischer Verbindung, derart, daß mittels der sich gegenüberstehenden Kondensatorplattenpaare elektrische Felder bestimmbarer Richtung und Größe erzeugt werden können. Je nach Richtung und Größe des elektrischen Feldes stellt sich in dem jeweils feeldurchdrungenen Bereich ein gewünschter Leitungswellenwiderstand  $Z_{LV}$  ein.

#### Patentansprüche

1. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasi-planarer Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Materialan-

ordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität oder der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

2. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasiplanarer Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden elektrischen Feldes (15) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem elektrischen Feld (15) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten elektrischen Feldes (15) die Permeabilität oder der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität bzw. der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

3. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) das felderzeugende Mittel (6) anliegt.

4. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das felderzeugende Mittel (6) galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen (4) und/oder der Grundebene (3) des Wellenleiters (1) getrennt ist.

5. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) eine Schicht (5) angrenzt und die Schicht (5) felderzeugende Mittel (6) aufweist.

6. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der angrenzenden Schicht (5) die felderzeugenden Mittel (6) matrix- oder rasterförmig angeordnet sind.

7. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfelderzeugende Mittel (6) eine Induktionsspule mit m Windungen ist, wobei die Induktionsspule derart im Raum ausgerichtet ist, daß ein Teil des von der stromdurchflossenen Induktionsspule erzeugten Magnetfeldes (9) die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise durchdringt.

8. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsspule(n) (6) mit einer Ansteuerelektronik (7) in Verbindung ist/sind, und mittels der Induktionsspule(n) (6) mindestens ein magnetisches Feld (9) von einer vorgebbaren Stärke und/oder Richtung erzeugbar ist.

9. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Feld (15) erzeugende Mittel (6) ein Kondensator ist.

10. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes (15) im wesentlichen parallel zur Strukturebene des Wellenleiters (1) ist.

11. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (6) ein Plattenkondensator ist, dessen Platten quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Wellen ist.

12. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 oder einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Wellenleiters (1) mittels mindestens eines felderzeugenden Mittels (6) zumindest bereichs- bzw. abschnittsweise veränderbar ist.

13. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) in einem ersten Bereich bzw. Abschnitt (13) einen Wellenwiderstand  $Z_{L1}$  hat, wobei ein sich an den ersten Bereich (13) anschließender zweiter Bereich bzw. Abschnitt (14) des Wellenleiters (1) einen mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbaren Wellenwiderstand  $Z_{L2}$  hat, und mittels des zweiten Wellenwiderstands  $Z_{L2}$  ein bestimmter vorgebbarer Reflexionsfaktor  $r$  einstellbar ist, wobei sich der Reflexionsfaktor  $r$  aus dem Quotienten

$$r = \frac{Z_{L2} - Z_{L1}}{Z_{L2} + Z_{L1}}$$

errechnet.

14. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge  $L$ , die Breite  $B$  und/oder der Betrag des Wellenwiderstands  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel (6) bestimbar bzw. einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung der Länge  $L$ , der Breite  $B$  und/oder des Betrags des Wellenwiderstands  $Z_L$  nur die felderzeugenden Mittel (6) ein Feld (9, 15) vorgebbarer Stärke erzeugen, deren Feld (9, 15) die dielektrische Materialanordnung (2) des Wellenleiters (1) im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

15. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Materialanordnung (2) aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material ist.

16. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung (2) im Bereich zwischen 3 bis 5 ist.

17. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialanordnung (2) eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist.

18. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der dielektrische Wellenleiter (1) eine leitende Grundebene (3) und mindestens einen streifenförmigen Leiter (4) oder eine Strukturebene (4) hat, und zwischen der Grundebene (3) und dem strei-

fenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) die dielektrische Materialanordnung (2) ist.

19. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und der Grundebene (3) eine Schicht (11) aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{ggg}$  ist.

20. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und dem streifenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) eine Quarzschicht (10) der Dicke  $L_Q$  ist.

21. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) auf der dem streifenförmigen Leiter (4) abgewandten Seite der Grundebene (3) angeordnet sind.

22. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) mittels einer isolierenden Schicht (12), insbesondere einer Polystyrolschicht von der leitenden Grundebene (3) galvanisch getrennt sind.

23. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) in einer Dünnschicht (5) einliegen, an- oder aufliegen.

24. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerelektronik (7) für die felderzeugenden Mittel (6) an der der leitenden Grundebene (3) abgewandten Seite der Dünnschicht (5) anliegt und mit den felderzeugenden Mitteln (6) in elektrischer Verbindung ist.

25. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied ist.

26. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandsperrre bzw. ein Filter ist.

27. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Frequenzwert  $f_t$  der vom dielektrischen Wellenleiter (1) geführten Welle ein Wellenwiderstand  $Z_{Lf}$  zuordbar und einstellbar ist, bei dem die zugeordnete Frequenz  $f_t$  nur geringfügig gedämpft und alle anderen Frequenzen  $f \approx f_t$  stärker gedämpft werden.

28. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein streifenförmiger Leiterabschnitt (4) an seinen Endabschnitten (13) eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt (14) die Breite  $B_2$  hat, und daß zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität mittels der felderzeugenden Mittel (6) die Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts (14b) veränderbar ist, derart, daß zur Verringerung der Breite  $B_2$  die felderzeugenden Mittel (6) Felder (9, 15) vorgebbarer Stärke erzeugen, wobei die Felder (9, 15) die Randbereiche (14a) der dielektrischen Materialanordnung (2) des mittleren Abschnitts (14) zumindest teilweise durchdringen.

29. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) eine Stichleitung ist, deren Länge  $L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist.

30. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter (1') angrenzt, dessen Wellenwiderstand  $Z_L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

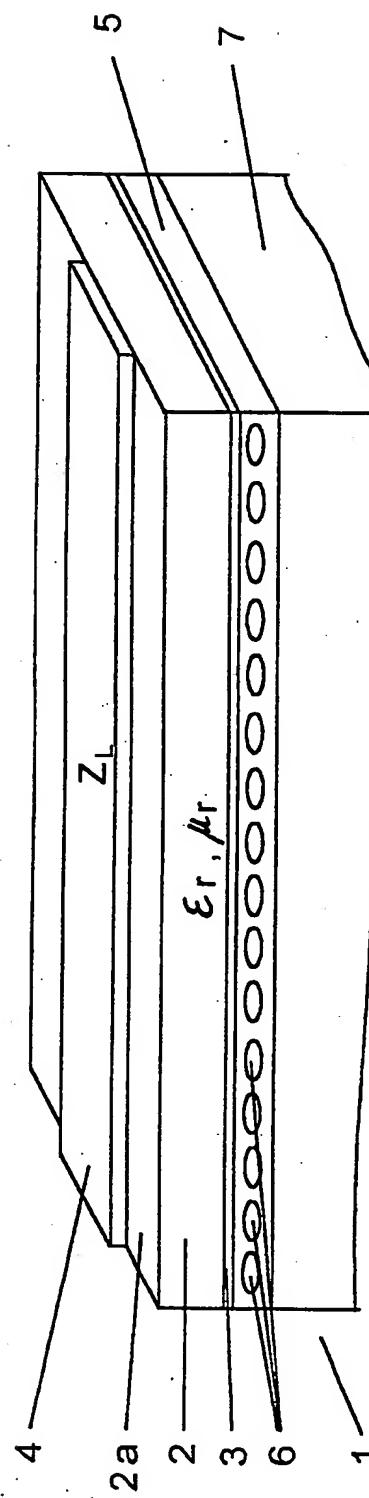


Fig. 1

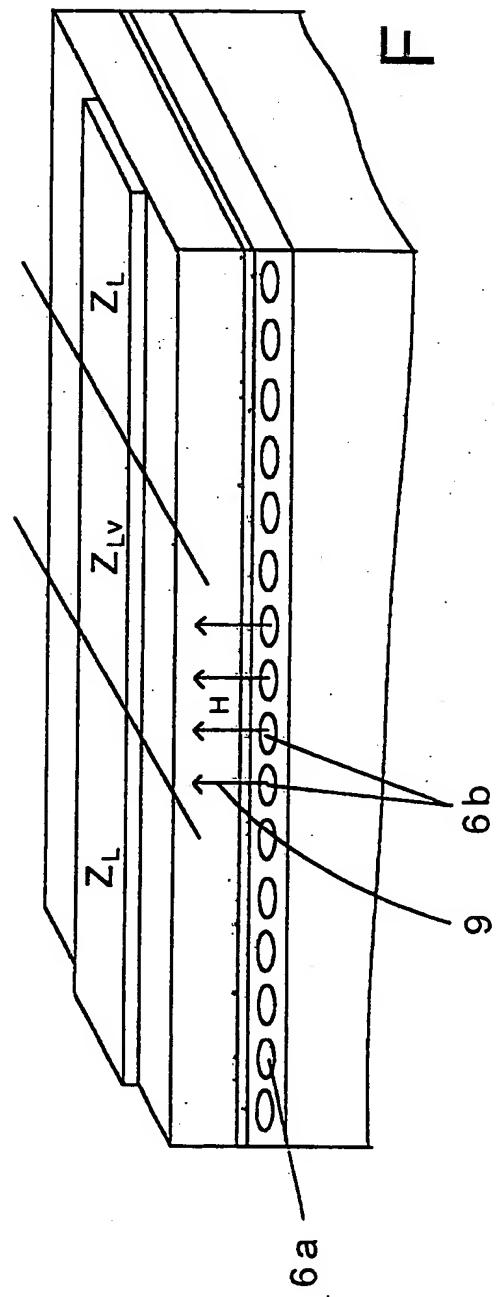


Fig. 2

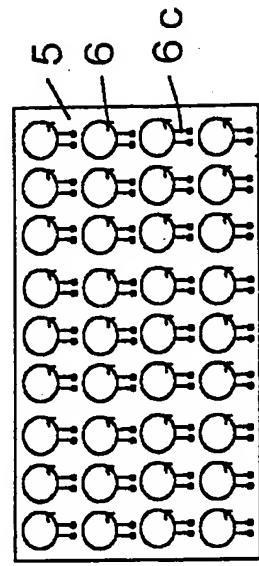


Fig. 6

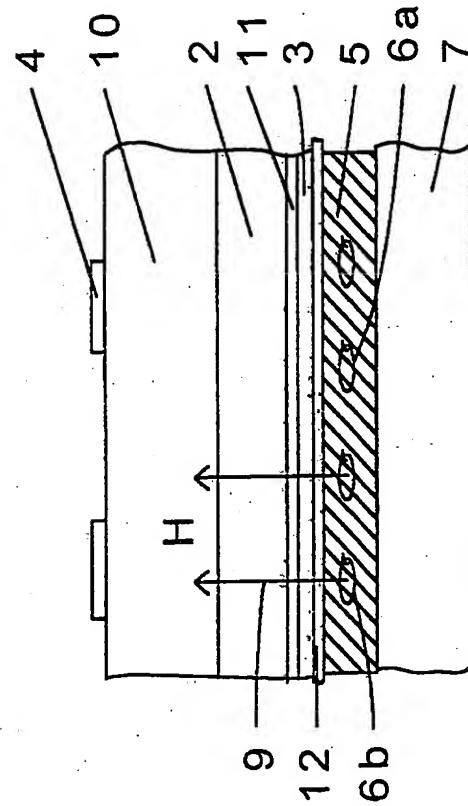


Fig. 5

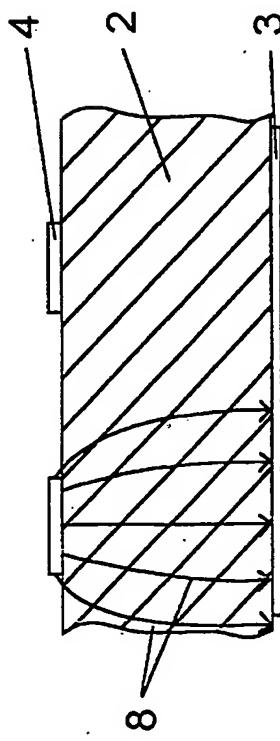


Fig. 3

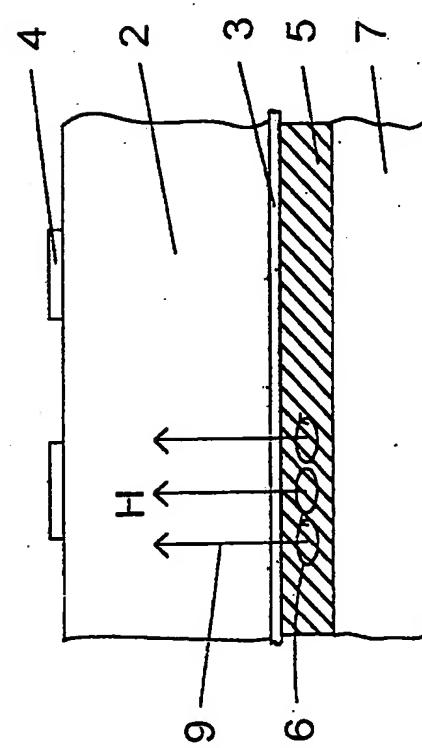


Fig. 4

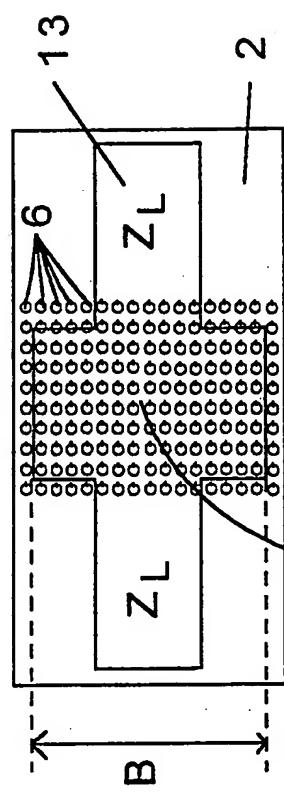
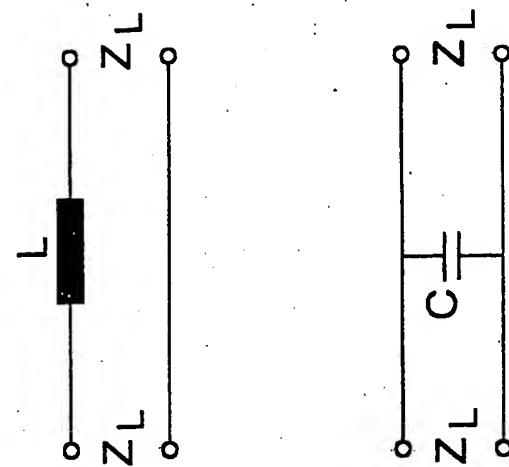


Fig. 7a

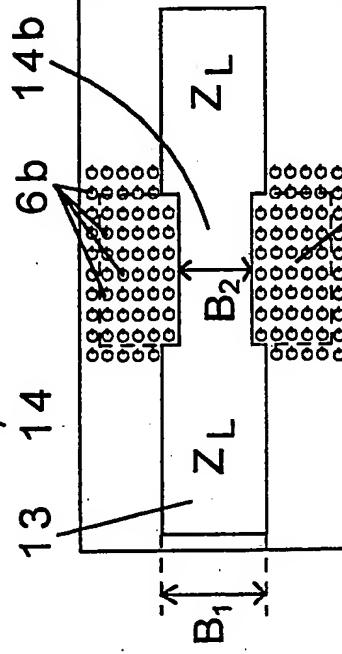


Fig. 7b

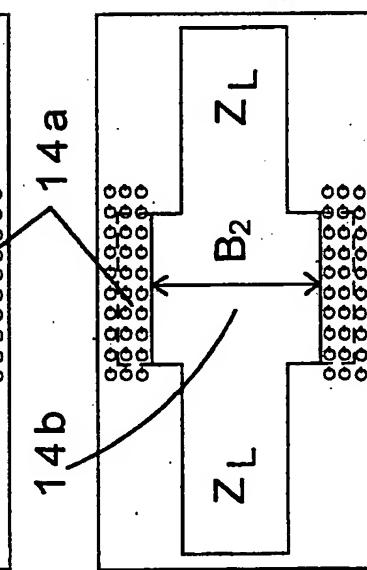


Fig. 7c

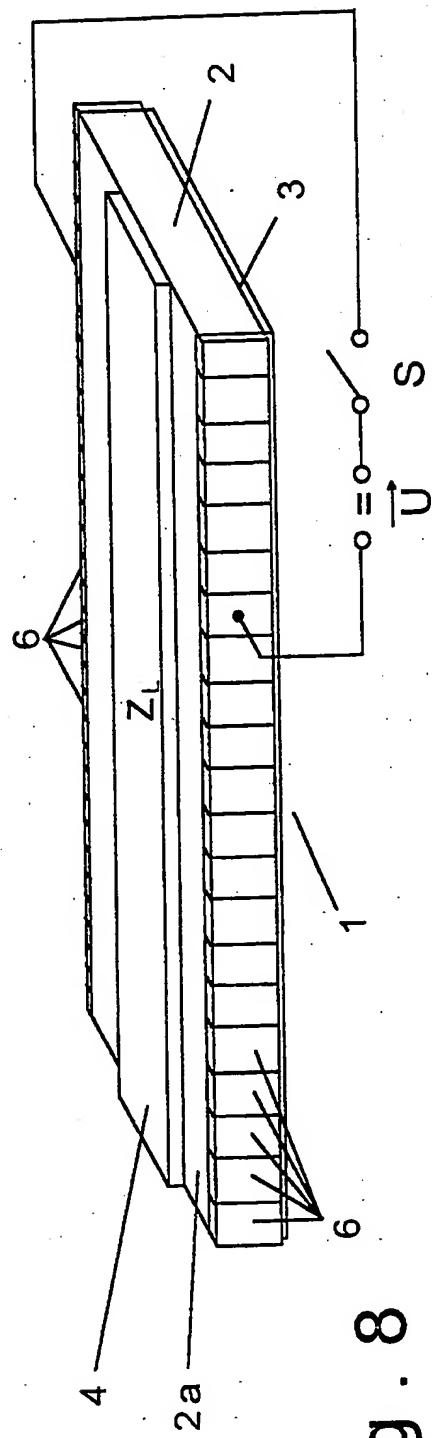


Fig. 8

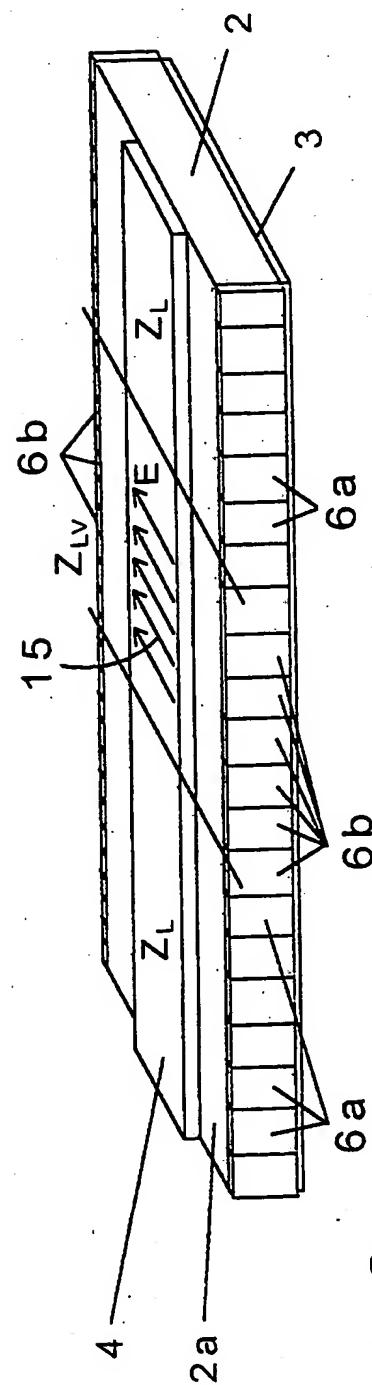


Fig. 9